

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
31 décembre 2003 (31.12.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/001450 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : G01V 1/30,
1/28

de la Forêt de la Reine, Bâtiment 11, F-54500 Vandoeuvre-les-Nancy (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/001753

(72) Inventeurs; et

(22) Date de dépôt international : 11 juin 2003 (11.06.2003)

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : DULAC, Jean-Claude [FR/US]; 2634 Williams Grant, Sugarland, TX 77479 (US). BOSQUET, Fabien [FR/FR]; 33, rue de la Ravinelle, F-54000 NANCY (FR). LABRUNYE, Emmanuel [FR/FR]; 14, rue Camille Mathis, F-54000 Nancy (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/07596 19 juin 2002 (19.06.2002) FR

(74) Mandataire : LAGET, Jean-Loup; Cabinet Loyer, 78 avenue Raymond Poincaré, F-75116 Paris (FR).

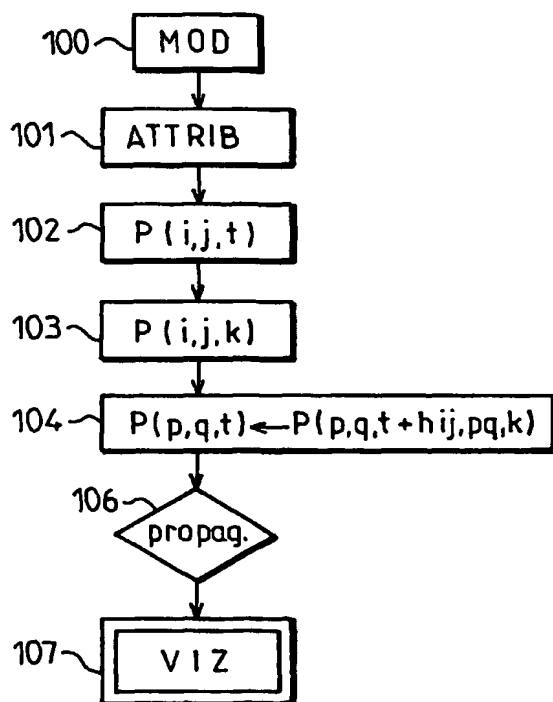
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : EARTH
DECISION SCIENCES [FR/FR]; Parc d'Activités Technologiques EUROPARC, de NANCY-BRABOIS, 22, allée

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE AND SOFTWARE PACKAGE FOR EXTRACTING A GEOLOGICAL HORIZON AND RELATED PROPERTIES

(54) Titre : DISPOSITIF ET PRODUIT-PROGRAMME POUR EXTRAIRE UN HORIZON GEOLOGIQUE ET DES PROPRIÉTÉS ASSOCIÉES



100...MODELLING
101...ASSIGNING
106...PROPAGATION
107...VISUALIZATION

(57) Abstract: The invention concerns a method for extracting a geological horizon and related properties of a seismic representation, comprising a step (100) which consists in digital modelling with continuous local seismic traces, calculating the optimal offset and defining a conditional neighbourhood of a reference central continuous local seismic trace; a step (101) which consists in defining a two-dimensional matrix whereof the line and column indices correspond to the coordinates of the geophones; a third step (102) which consists in selecting a seed point; a fourth step (103) which consists in determining the point vertically closest to the seed point and a fifth step (104) which consists in assigning to the point P(p,q,t) the value P(p,q,t + h_{ij,pq,k}), where h_{ij,pq,k} is the optimal offset of the neighbouring point P(i,j,k), so as to estimate the related properties of the conditional neighbourhood thereby filling the two-dimensional extraction matrix of step (101).

(57) Abrégé : Un procédé pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées d'une représentation sismique, comprend une étape 100 de modélisation numérique par traces sismiques locales continues, de calcul du décalage optimal et de définition du voisinage conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" de référence ; une étape 101 de définition d'une matrice bidimensionnelle dont les indices de lignes et de colonnes correspondent aux coordonnées des géophones; une troisième étape 102 de choix d'un point «graine», une quatrième étape 103 de détermination du point verticalement le plus proche d'un point «graine» et une cinquième étape 104 où l'on attribue au point P(p,q,t) la valeur P(p,q,t + h_{ij,pq,k}), où h_{ij,pq,k} est le décalage optimal du point voisin P(i,j,k), de manière à estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et ainsi remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction de l'étape 101.

WO 2004/001450 A1



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

- *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour toutes les désignations*

- *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

- *avec rapport de recherche internationale*
— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Dispositif et produit-programme pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées.

L'invention est relative à un procédé pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées de leur image déduite de données sismiques.

5 L'invention est également relative à un dispositif pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées de leur image déduite de données sismiques.

L'invention est enfin relative à un produit-programme d'ordinateur pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées de leur image déduite de données sismiques.

10 On connaît des procédés d'extraction d'horizon et de leurs attributs sismiques. Dans ces procédés connus, on construit une matrice d'attribut sismique tridimensionnelle de même taille et de même échantillonnage que la matrice sismique tridimensionnelle initiale.

Pour attribuer à chaque point de l'horizon une valeur d'un attribut sismique, on
15 peut procéder soit par interpolation des nœuds environnants de la matrice d'attribut sismique tridimensionnelle ou choisir la valeur stockée dans le nœud le plus proche de la matrice d'attribut sismique tridimensionnelle.

En cas d'interpolation, le pré-traitement correspondant nécessite un temps de traitement important et une quantité de mémoire disponible très importante ; c'est
20 pourquoi il est généralement nécessaire d'effectuer ce pré-traitement sur un ordinateur puissant.

Dans le cas du choix de l'attribut du nœud le plus proche, ce pré-traitement n'est pas nécessaire, et la détermination de l'attribut ne peut être effectuée qu'à des points voisins des points du réseau de la matrice sismique tridimensionnelle originale.

25 Un inconvénient majeur de l'art antérieur est d'introduire des défauts ou artefacts qui induisent des erreurs verticales sur les horizons et les attributs sismiques et conduisent à une mauvaise interprétation géologique des mesures sismiques.

Un premier but de l'invention est d'améliorer la technique connue en proposant un calcul direct et plus exact, en minimisant les risques d'erreurs possibles sur les
30 attributs en tous points de l'horizon.

Un deuxième but de l'invention est de supprimer les erreurs verticales susceptibles de conduire à une mauvaise interprétation géologique.

L'invention a pour objet un procédé pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées d'une représentation sismique, dans lequel on construit une
5 fonction continue $S_{ij,k}(t)$ par interpolation ou approximation des traces sismiques discrètes d'une matrice sismique multidimensionnelle, ladite fonction étant désignée comme "trace sismique locale continue", comportant les étapes suivantes :

- a). utiliser comme décalage optimal de deux traces sismiques locales continues voisines, la valeur de décalage rendant maximale leur fonction de corrélation ;
- 10 b). retenir comme voisinage conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$ le sous-voisinage consistant en des traces voisines $S_{pq,k}(t)$ correspondant à des décalages optimaux associés à des corrélations $R_{ij,pq,k}(h)$ supérieures à un seuil prédéterminé compris entre 0 et 1 ;
- c). construire une matrice bidimensionnelle d'extraction destinée à être remplie
15 par des valeurs extraites ;
- d). choisir un point «graine» $P(i,j,t)$ et déterminer le point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche ;
- e). estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction par des propriétés décalées par translation de la
20 variable courante (t) de la valeur du décalage optimal ($h_{ij,pq,k}$) correspondant au point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- on remplace successivement le contenu de la matrice bidimensionnelle de l'étape c) au cours des itérations successives d'extraction,
- 25 - à chaque itération, on utilise comme nouveaux points «graines» de l'étape d) tous les points correspondent à des emplacements de la matrice bidimensionnelle de l'étape c) remplis à l'itération précédente,
- la propriété de subsurface extraite est l'amplitude sismique réfléchie et captée par des géophones,

- on visualise sur un écran de visualisation des surfaces horizon peintes avec des couleurs correspondant a un codage des propriétés extraites.

L'invention est également relative à un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention, comportant des moyens pour utiliser comme décalage optimal de deux traces sismiques locales continues voisines, la valeur de décalage
5 rendant maximale leur fonction de corrélation, des moyens pour retenir comme voisinage conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$ le sous-voisinage consistant en des traces voisines $S_{pq,k}(t)$ correspondant à des décalages optimaux associés à des corrélations $R_{ij,pq,k}(h)$ supérieures à un seuil prédéterminé
10 compris entre 0 et 1, des moyens pour construire une matrice bidimensionnelle d'extraction destinée à être remplie par des valeurs extraites, des moyens pour choisir un point «graine» $P(i,j,t)$ et déterminer le point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche et des moyens pour estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction par des propriétés décalées par translation de
15 la variable courante (t) de la valeur du décalage optimal correspondant au point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- le dispositif comporte des moyens de mémorisation et des moyens de visualisation de paramètres sismiques déterminés à l'aide du procédé selon l'invention.

20 L'invention a enfin pour objet un produit-programme d'ordinateur, comportant des éléments de code de programme pour exécuter les étapes d'un procédé selon l'invention, lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description qui va suivre donnée à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels :

25 - La figure 1 représente schématiquement une matrice sismique tridimensionnelle et une trace sismique locale continue.

- La figure 2 représente schématiquement, un exemple de voisinage local $N_{ij,k}$ consistant en un ensemble de trace sismique locale continues $S_{pq,k}(t)$ voisines de la trace centrale de référence $S_{ij,k}(t)$ elle même située a la verticale du géophone G_{ij} et
30 interpolant les amplitudes sismiques autour de $t=k$.

- La figure 3 représente schématiquement, une section verticale de voisinage local conditionnel $N_{ij,k}(r)$ d'une trace sismique locale continue de référence $S_{ij,k}(t)$.

- La figure 4 représente schématiquement, une section verticale d'une matrice sismique tridimensionnelle avec un décalage optimal $h_{ij,pq,k}$ et un voisinage conditionnel $N_{ij,k}(r)$.

- La figure 5 représente schématiquement, une section verticale d'une matrice sismique tridimensionnelle analogue à la figure 4 avec présence d'une faille ou discontinuité

- La figure 6 représente schématiquement un organigramme fonctionnel d'un procédé selon l'invention.

- La figure 7 représente schématiquement, une vue partielle agrandie d'une matrice sismique tridimensionnelle présentant une discontinuité et illustrant la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

En référence aux figures 1 à 5, les éléments identiques ou fonctionnellement équivalents sont désignés ou repérés de manière identique.

Sur la figure 1, une matrice sismique tridimensionnelle est obtenue par relevé de mesures enregistrées par des géophones G_{ij} disposés sur un réseau x,y en des points de coordonnées i, j . Le relevé des mesures échantillonnées dans le temps est représenté suivant un axe t descendant représentatif de la profondeur ou d'une verticale descendante à partir de la surface de la terre ou de la mer. Les mesures sont caractérisées par leur amplitude, par exemple une amplitude relevée par le géophone G_{ij} au temps ou à la profondeur d'échantillonnage t_k . La mesure discrète effectuée par le géophone G_{ij} au temps ou à la profondeur t_k est appelée amplitude sismique $S_{ij,k}$.

L'ensemble des amplitudes sismiques correspondant à un géophone G_{ij} de coordonnées i, j est une matrice unidimensionnelle $(S_{ij1}, S_{ij2}, \dots, S_{ijk}, \dots, S_{ijN})$ appelées trace sismique discrète, car cette matrice unidimensionnelle correspond à la trace selon le point de coordonnées horizontales i, j de la matrice sismique tridimensionnelle obtenue par mesures sismiques.

L'axe vertical t orienté selon une verticale descendante désigne usuellement le temps, mais peut également être traité pour représenter une profondeur à partir de la surface.

L'invention concerne aussi bien l'application à une troisième coordonnée t représentative du temps, qu'à une troisième coordonnée t représentative de la profondeur.

A partir de la trace sismique discrète située à la verticale d'un géophone G_{ij} on définit, par interpolation ou approximation des valeurs discrètes autour de $t=t_k=k$, une fonction continue $S_{ij,k}(t)$ qui est désignée comme "trace sismique locale continue". Les méthodes d'approximation ou d'interpolation de valeurs discrètes pour engendrer une fonction continue sont nombreuses, et comprennent notamment les interpolations ou approximations polynomiales, ainsi que les interpolations ou approximations trigonométriques polynomiales.

Toute autre variante d'interpolation ou d'approximation fournissant une fonction continue peut également être appliquée à la présente invention pour fournir une "trace sismique locale continue".

Sur la figure 2, plusieurs traces sismiques locales continues définissent un voisinage d'une trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$ de référence. Le voisinage d'une trace sismique locale continue $S_{ij,k}(t)$ est défini comme l'ensemble des traces sismiques locales continues dont les indices spatiaux horizontaux p,q sont voisins des indices spatiaux horizontaux i, j de la trace sismique locale continue de référence.

A titre d'exemple, les coordonnées spatiales horizontales p,q correspondant au géophone G_{pq} sont voisines des coordonnées spatiales horizontales i, j correspondant au géophone G_{ij} si les valeurs absolues des différences $i-p$ et $j-q$ sont inférieures à des entiers donnés, par exemple à 2.

Dans ce cas, comme représenté à la figure 2, la trace sismique locale continue $S_{ij,k}(t)$ est associée à huit traces sismiques locales continues voisines entourant la trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$.

Dans le cas de traces sismiques locales continues produites par des mesures sismiques, le profil des horizons géologiques introduit des décalages verticaux entre des traces sismiques locales continues voisines. Dans le but de déterminer des relations entre deux traces sismiques continues locales voisines $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$ centrées sur la même coordonnée verticale d'échantillonnage $t=t_k=k$ et correspondant à des

coordonnées spatiales i, j et p, q différentes, on calcule la fonction de corrélation $R_{ij,pq,k}(h)$ des deux traces sismiques locales continues.

La fonction de corrélation de deux traces sismiques locales continues voisines est obtenue par la formule suivante

$$5 \quad R_{ij,pq,k}(h) = \frac{C_{ij,pq,k}(h)}{\sqrt{C_{ij,ij,k}(0) \cdot C_{pq,pq,k}(0)}}$$

où le numérateur correspond à la fonction de covariance de $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$

obtenue par l'expression suivante $C_{ij,pq,k}(h) = \int_{t_k-\Delta}^{t_k+\Delta} S_{ij,k}(t) \cdot S_{pq,k}(t+h) \cdot dt$.

10 Dans cette intégrale définissant $C_{ij,pq,k}(h)$, le paramètre Δ définit une « fenêtre verticale d'investigation » autour de $t=t_k=k$.

Par exemple, si les traces sismiques locales continues $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$ sont des polynômes trigonométriques de la forme suivante interpolant les donnés sismiques

$$S_{ij,k}(t) = \sum_{s=1}^m a_s^{ij,k} \cdot \cos(s\omega t) + b_s^{ij,k} \cdot \sin(s\omega t)$$

$$S_{pq,k}(t) = \sum_{s=1}^m a_s^{pq,k} \cdot \cos(s\omega t) + b_s^{pq,k} \cdot \sin(s\omega t)$$

15

alors on peut montrer que la fonction de covariance $C_{ij,pq,k}(h)$ est elle même un polynôme trigonométrique de la forme suivante où les coefficients $A_s^{ij,pq,k}$ et $B_s^{ij,pq,k}$ dépendent des coefficients $a_s^{ij,k}$, $a_s^{pq,k}$, $b_s^{ij,k}$ et $b_s^{pq,k}$:

$$20 \quad C_{ij,pq,k}(h) = \sum_{s=1}^m A_s^{ij,pq,k} \cdot \cos(s\omega h) + B_s^{ij,pq,k} \cdot \sin(s\omega h)$$

Un résultat mathématique classique et connu est que la fonction de corrélation

$R_{ij,pq,k}(h) = \frac{C_{ij,pq,k}(h)}{\sqrt{C_{ij,ij,k}(0) \cdot C_{pq,pq,k}(0)}}$ traduit une similarité des fonctions corrélées lorsque cette fonction de corrélation se rapproche de 1.

25

L'étude des fonctions de corrélation des traces sismiques locales continues $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$ permet de définir comme décalage optimal la valeur $h_{ij,pq,k}$ de h correspondant au maximum de la fonction de corrélation $R_{ij,pq,k}(h)$, c'est-à-dire au

maximum de la fonction de corrélation le plus proche de 1. Contrairement à l'art existant basé sur une formulation discrète de la fonction de corrélation $R_{ij,pq,k}(h)$, l'utilisation d'une formulation continue des traces sismiques et donc de la fonction de corrélation permet d'obtenir un décalage optimum qui n'est pas contraint à être un multiple entier du pas d'échantillonnage suivant l'axe vertical correspondant à la variable t .

La définition du décalage optimal $h_{ij,pq,k}$ de deux traces sismiques locales continues voisines permet d'obtenir une première approximation des horizons passant par cette trace sismique locale continue de référence $S_{ij,k}(t)$, comme représenté aux figures 3 à 5. Contrairement à l'art existant, le fait d'utiliser des décalages optimaux qui ne sont pas contraint à être un multiple entier du pas d'échantillonnage suivant l'axe vertical permet d'éviter des erreurs connues sous le nom de «aliasing».

Sur ces figures 3 à 5, on définit un voisinage conditionnel $N_{ij,k}(r)$ de la trace sismique continue locale de référence $S_{ij,k}(t)$ qui est un sous-voisinage du voisinage initial des traces sismiques locales continues retenues pour le calcul de corrélation et de définition des décalages optimaux. Le voisinage conditionnel $N_{ij,k}(r)$ est choisi de manière que, pour toute trace sismique continue locale $S_{pq,k}(t)$ appartenant à $N_{ij,k}(r)$, le décalage optimal $h_{ij,pq,k}$ correspondant est tel que la corrélation $R_{ij,pq,k}(h_{ij,pq,k})$ entre $S_{ij,k}(t)$ et $S_{pq,k}(t)$ est supérieure à un seuil prédéterminé r compris entre 0 et 1.

Comme on le voit sur la figure 5, la fixation du seuil r permet également d'englober dans un voisinage conditionnel une discontinuité ou une faille géologique, ce qui constitue un avantage important par rapport à l'art antérieur.

Les dispositions précitées fournissent ainsi une modélisation continue permettant la mise en œuvre de l'invention.

En référence à la figure 6, un procédé selon l'invention comporte une étape de modélisation numérique 100 pour définir des traces sismiques locales continues, des décalages optimaux et des voisinages conditionnels, comme décrit en référence aux figures 1 à 5.

A l'étape 101, on définit une matrice bidimensionnelle dont les indices de lignes et de colonnes correspondent aux coordonnées des géophones de mesures sismiques.

A l'étape 102, on choisit un point «graine» $P(i,j,t)$ ou premier point d'extraction.

A l'étape 103, on détermine le nœud (i,j,k) de la matrice sismique tridimensionnelle le plus proche du point «graine» $P(i,j,t)$.

Ce nœud a pour coordonnées spatiales i,j et pour coordonnée temporelle ou de profondeur la coordonnée $t_k=k$ la plus voisine de la coordonnée t du point «graine»
5 $P(i,j,t)$ choisi à l'étape 102.

A l'étape 104, on sélectionne tout d'abord les traces sismiques continues locales $S_{pq,k}(t)$ appartenant au voisinage conditionnel $N_{ij,k}(r)$ défini à l'étape 100 et telles que les indices (p,q) correspondent a un emplacement vide de la matrice bidimensionnelle définie a l'étape 101.

10 Ensuite, pour chaque trace sismique continue locale $S_{pq,k}(t)$ ainsi sélectionnée, on attribue au point $P(p,q,t)$ la valeur $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$, où $h_{ij,pq,k}$ est le décalage optimal du point $P(p,q,t)$ par rapport au point voisin $P(i,j,k)$ déterminé à l'étape 103. Ce point $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$ est considéré comme un nouveau point situé sur l'horizon et est stocké dans l'emplacement (p,q) de la matrice bidimensionnelle défini à l'étape 101.

15 Le procédé qui vient d'être décrit est destiné à déterminer un ensemble de points appartenant à l'horizon passant par un point $P(i,j,t)$, mais est également applicable pour attacher à ces points, au fur et à mesure de leur détermination, un ensemble de propriétés caractérisant la nature physique des terrains au voisinage de l'horizon ainsi déterminé.

20 A cet effet, on peut prévoir d'attacher à chaque point $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$ de la matrice bidimensionnelle définie à l'étape 101 un ensemble de propriétés appelé "attributs sismiques".

Ces propriétés sont généralement représentées par des couleurs différentes sur les visualisations d'écran, de manière à permettre une visualisation rapide et sans
25 risque d'erreur des propriétés associées à un horizon géologique.

En pratique, on effectue des étapes similaires aux étapes décrites en référence aux étapes 100 à 104 et l'on construit les attributs du point $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$ à l'aide de l'équation de la trace sismique continue locale $S_{pq,k}(t)$; par exemple on construit ainsi un attribut enveloppe, un attribut phase ou un attribut fréquence, de manière connue en
30 soi, par exemple d'après l'enseignement du document de TANER M.T., KOEHLER F., SHERIFF R.E., (1979), Complex seismic trace analysis, GEOPHYSICS, volume 44, n° 6. pages 1041 à 1063.

Cette méthode permet ainsi d'afficher l'attribut sismique sur l'horizon extrait en le "peignant" avec les couleurs correspondantes.

Le procédé venant d'être décrit permet ainsi de définir des valeurs d'extraction d'un horizon prédéterminé correspondant à une donnée réelle, mais uniquement dans un voisinage conditionnel du point $P(i,j,k)$ le plus proche du point «graine» $P(i,j,t)$ choisi.

Pour propager le procédé d'extraction à l'ensemble de la matrice bidimensionnelle définie à l'étape 101, on construit tout d'abord un ensemble de nouvelles graines constitué par les nouveaux points $P(p,q,t + h_{ij,pq,k})$ situé sur l'horizon qui viennent d'être déterminés et est stocké dans les emplacements (p,q) correspondants de la matrice bidimensionnelle défini à l'étape 101. Chacun de ses points est mémorisé à l'étape 106, pour être réinjecté à l'étape 102, en y servant de nouveau point «graine» .

Ceci propage le traitement successivement à l'ensemble de la matrice bidimensionnelle correspondant aux géophones.

Lorsque qu'aucune nouvelle graine ne peut être trouvée, le procédé est orienté à l'étape 106 vers une étape 107 de visualisation sur écran des horizons ou des attributs ou propriétés associées d'horizon géologique, de manière à permettre une visualisation en couleur ou en niveaux de gris des propriétés associées à l'horizon géologique extrait correspondant au temps réel t .

Ainsi, à la fin de l'algorithme défini en référence à la figure 6, la matrice bidimensionnelle de l'étape 101, contient une pluralité de points correspondant au même horizon que le point initial «graine» choisit $P(i,j,t)$.

L'ensemble des points peut être réordonné avec ses voisins, conformément à la figure 7 pour définir un maillage recouvrant entièrement l'horizon contenant le point «graine» $P(i,j,t)$, ce maillage permet ainsi de représenter l'horizon extrait comme une surface localement continue sur l'écran de visualisation d'une station de travail.

Le procédé selon l'invention est de préférence mis en œuvre sur un dispositif comportant des moyens appropriés à la mise en œuvre des étapes décrites en référence à la figure 6.

En particulier, un dispositif selon l'invention comporte des moyens de mémorisation nécessaires aux calculs successifs et les moyens de visualisation nécessaires à l'étape 107.

De préférence, un dispositif selon l'invention est un dispositif programmable
5 commandé par un produit-programme d'ordinateur comportant des éléments de code de programme pour exécuter les étapes du procédé décrit en référence à la figure 6.

L'invention décrite en référence à plusieurs objets particuliers n'y est nullement limitée, mais couvre au contraire toute modification de forme et toute variante de réalisation dans le cadre et l'esprit de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour extraire un horizon géologique et des propriétés associées d'une représentation sismique, dans lequel on construit une fonction continue $S_{ij,k}(t)$ par interpolation ou approximation des traces sismiques discrètes d'une matrice sismique multidimensionnelle, ladite fonction étant désignée comme "trace sismique locale continue", comportant les étapes suivantes :

a). utiliser comme décalage (vertical) optimal de deux traces sismiques locales continues voisines, la valeur de décalage rendant maximale leur fonction de corrélation, ce décalage optimal n'étant pas contraint à être un multiple entier du pas d'échantillonnage vertical ;

b) retenir comme voisinage conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" $S_{ij,k}(t)$ le sous-voisinage consistant en des traces voisines $S_{pq,k}(t)$ correspondant à des décalages optimaux $h_{ij,pq,k}$ associés à des corrélations $R_{ij,pq,k}(h_{ij,pq,k})$ supérieures à un seuil prédéterminé compris entre 0 et 1 ;

c). construire une matrice bidimensionnelle d'extraction destinée à être remplie par des points extraits appartenant au même horizon que celui passant par le point graine ;

d). choisir un point «graine» $P(i,j,t)$ et déterminer le point $P(i,j,k)$. de la matrice sismique tridimensionnelle verticalement le plus proche ;

e). estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction par des propriétés décalées par translation de la variable courante (t) de la valeur du décalage optimal ($h_{ij,pq,k}$) correspondant au point (i, j, k) verticalement le plus proche.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise comme point «graine» de l'étape d) tous les points nouvellement stockés dans la matrice bidimensionnelle de l'étape b) et non encore utilisés comme point graine.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on remplit successivement le contenu de la matrice bidimensionnelle de l'étape c) au cours des itérations successives d'extraction.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on remplace successivement le contenu de la matrice bidimensionnelle de l'étape c) par une moyenne des contenus successifs au cours des itérations successives d'extraction.

5. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la propriété de subsurface extraite est un ensemble d'attributs sismiques calculés en chaque point extrait sur l'horizon passant par le point graine, le calcul de ces attributs étant lui même réalisé simultanément à l'extraction de ces points.

6. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 5, dans lequel on visualise sur un écran de visualisation les attributs sismiques « peints » sur l'horizon extrait.

7. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comportant des moyens pour utiliser comme décalage optimal de deux traces sismiques locales continues voisines, la valeur de décalage rendant maximale leur fonction de corrélation, des moyens pour retenir comme voisinage conditionnel d'une trace sismique locale continue "centrale" de référence $S_{ij,k}(t)$ le sous-voisinage consistant en des traces voisines $S_{pq,k}(t)$ correspondant à des décalages optimaux $h_{ij,pq,k}$ associées à des corrélations $R_{ij,pq,k}(h_{ij,pq,k})$ supérieures à un seuil prédéterminé compris entre 0 et 1, des moyens pour construire une matrice bidimensionnelle d'extraction destinée à être remplie par des valeurs extraites, des moyens pour choisir un point «graine» $P(i,j,t)$ et déterminer le point $P(i,j,k)$ verticalement le plus proche et des moyens pour estimer les propriétés associées du voisinage conditionnel et remplir la matrice bidimensionnelle d'extraction par des propriétés décalées par translation de la variable courante (t) de la valeur du décalage optimal ($h_{ij,pq,k}$) correspondant au point (i, j, k) verticalement le plus proche.

8. Dispositif selon la revendication 7, comportant des moyens de mémorisation et des moyens de visualisation de paramètres sismiques déterminés à l'aide du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

9. Produit-programme d'ordinateur, comportant des éléments de code de programme pour exécuter les étapes du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur.

10. Produit-programme d'ordinateur, comportant des éléments de code de programme pour exécuter les étapes du procédé selon la revendication 6, lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur.

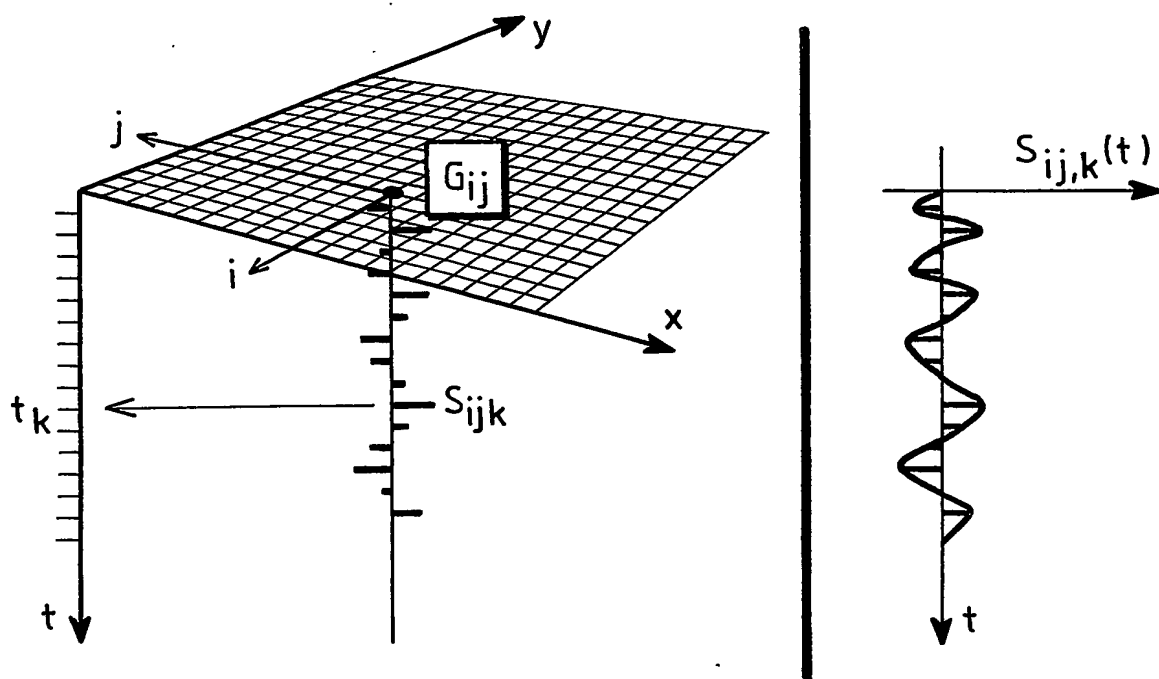


FIG. 1

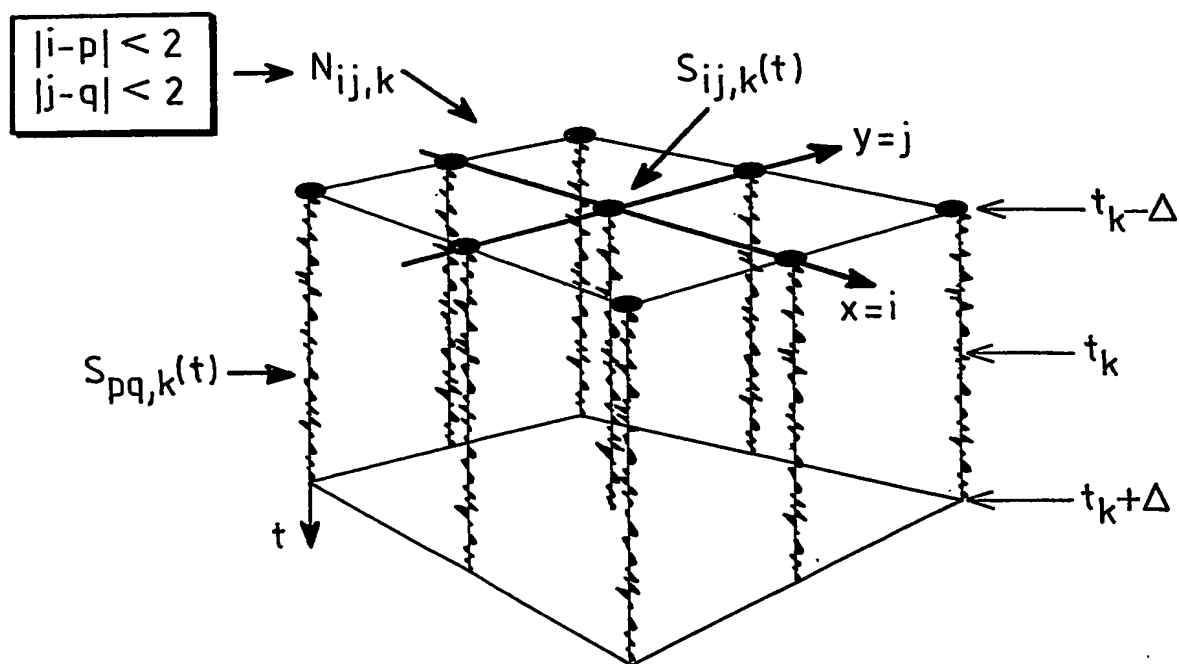


FIG. 2

2/4

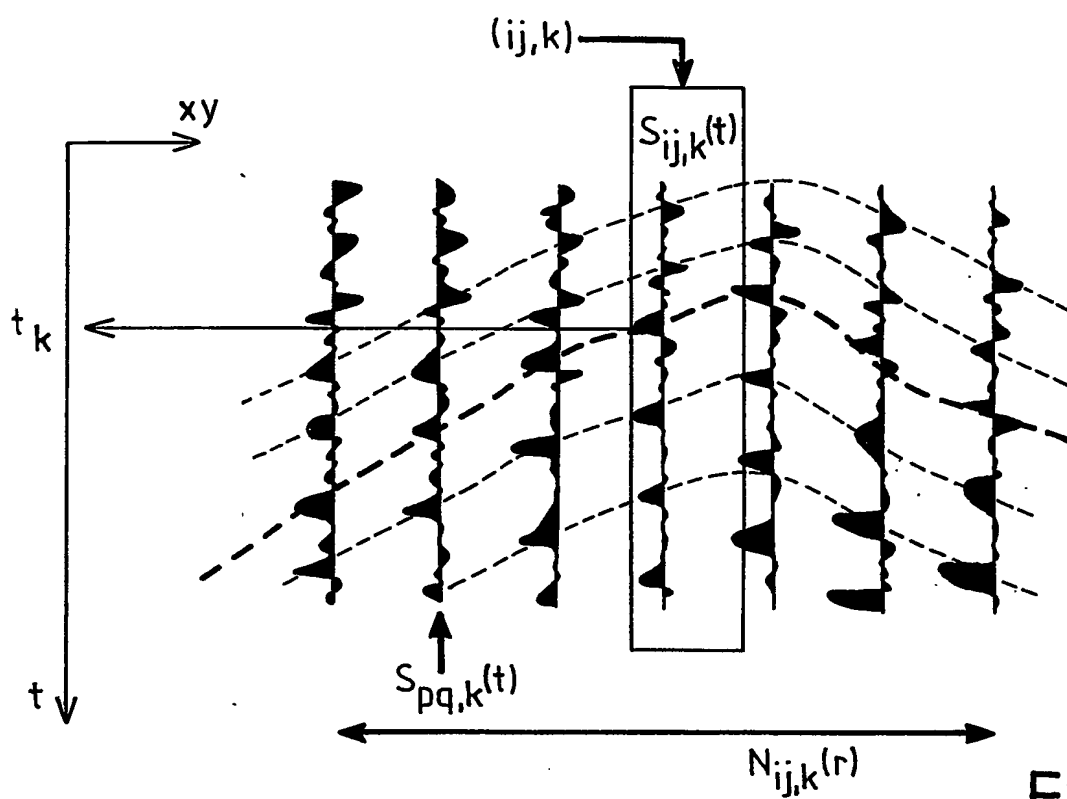


FIG. 3

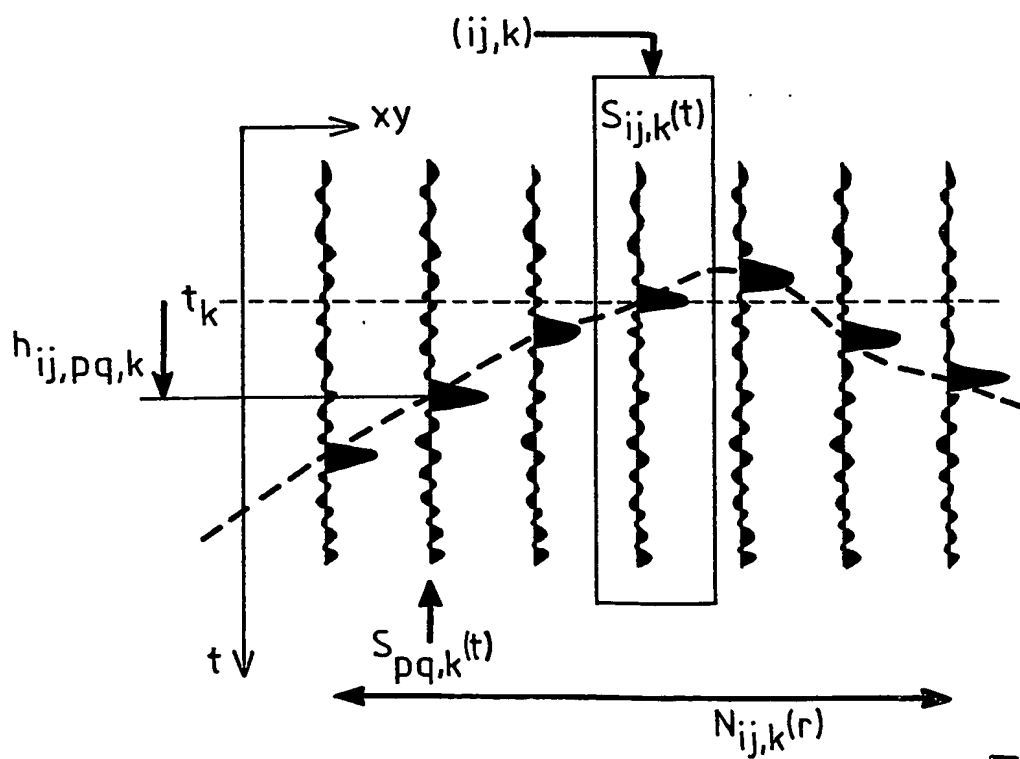


FIG. 4

3/4

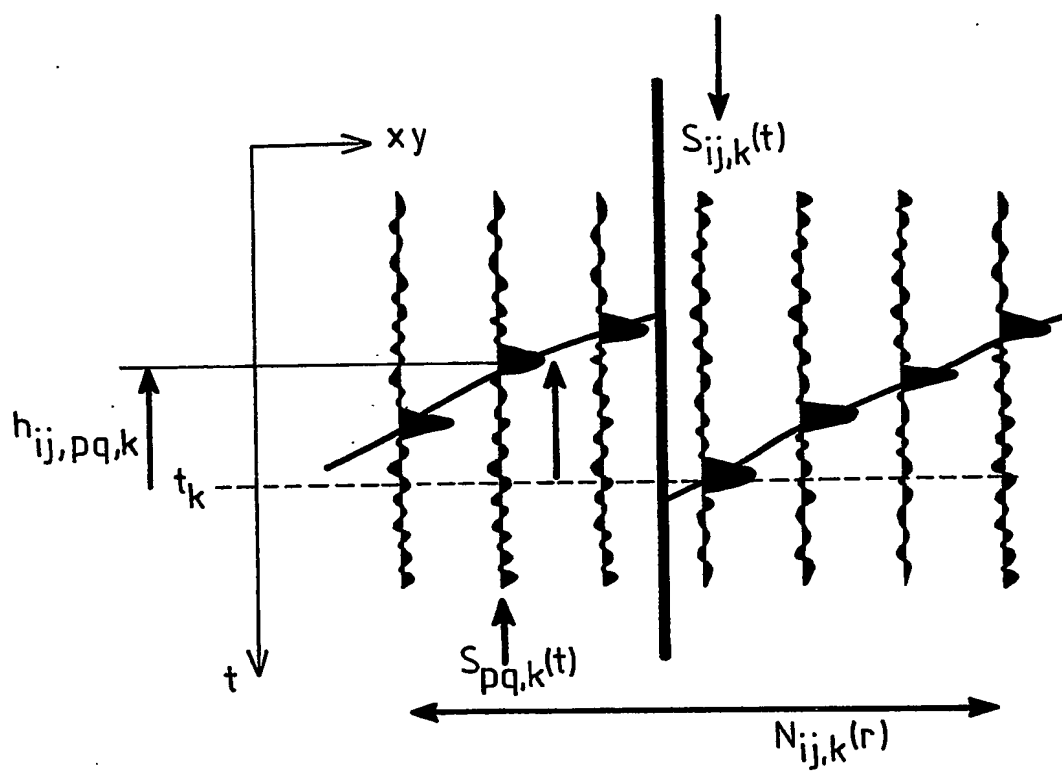


FIG. 5

4/4

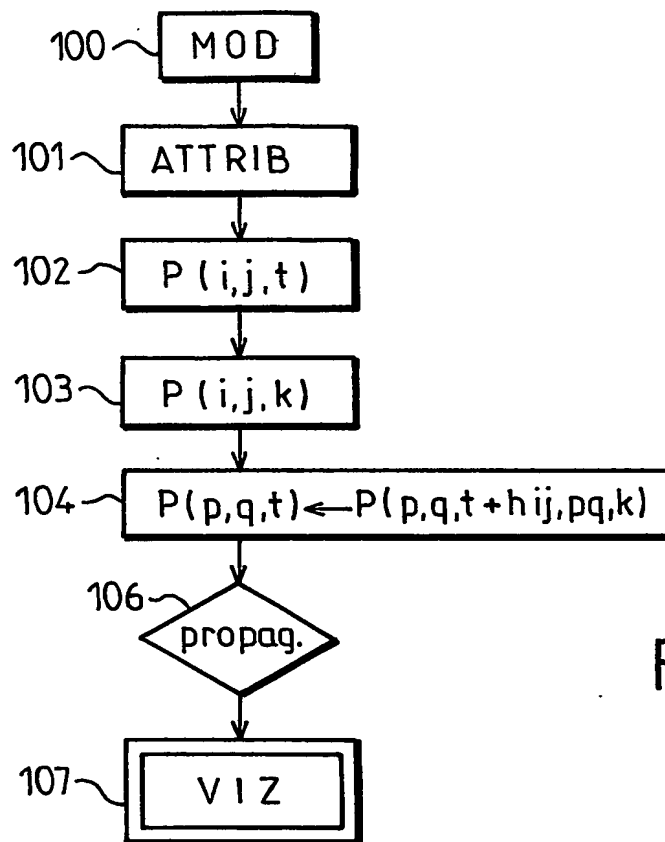


FIG. 6

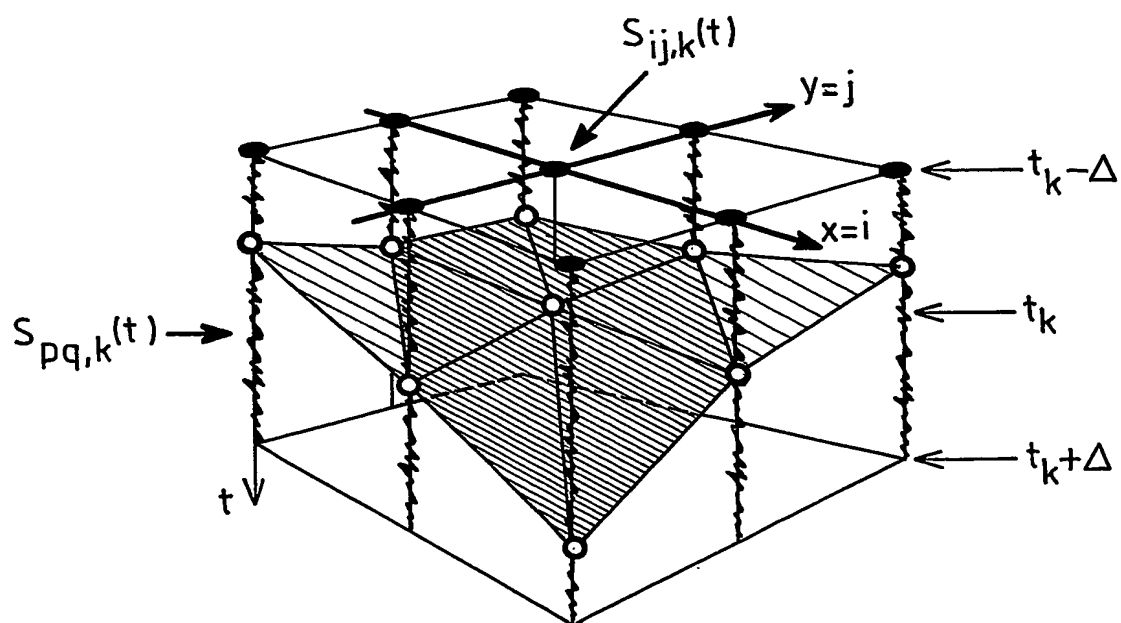


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PO 03/01753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01V1/30 G01V1/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 615 171 A (HILDEBRAND HAROLD A) 25 March 1997 (1997-03-25) column 5, line 31 -column 11, line 45 figures 1-10	1-10
A	US 6 138 076 A (GRAF KERMIT E ET AL) 24 October 2000 (2000-10-24) column 5, line 4 -column 6, line 67 figures 19,20,23-28	1-10
A	US 4 672 546 A (FLINCHBAUGH BRUCE E) 9 June 1987 (1987-06-09) column 2, line 33 -column 8, line 17 figures 1-10	1-10
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 November 2003

Date of mailing of the international search report

13/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Modesto, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/US 03/01753

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 930 730 A (KIRLIN R LYNN ET AL) 27 July 1999 (1999-07-27) column 5 -column 8 figures 1-10 ----	1-10
A	US 2002/022930 A1 (DALLEY RICHARD MAPES ET AL) 21 February 2002 (2002-02-21) page 1, paragraph 16 -page 4, paragraph 59 figures 1-6 ----	1-10
A	US 6 151 555 A (PEPPER RANDOLPH E F ET AL) 21 November 2000 (2000-11-21) column 3, line 45 -column 5, line 38 figures 1-39 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP 03/01753

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5615171	A	25-03-1997	US 5432751 A	11-07-1995
			US 5251184 A	05-10-1993
			US 5153858 A	06-10-1992
			AT 129577 T	15-11-1995
			AT 190136 T	15-03-2000
			CA 2088501 A1	10-01-1993
			CN 1070267 A ,B	24-03-1993
			DE 69205673 D1	30-11-1995
			DE 69205673 T2	20-06-1996
			DE 69230731 D1	06-04-2000
			DE 69230731 T2	03-08-2000
			DK 548341 T3	04-12-1995
			DK 652447 T3	24-07-2000
			EP 0548341 A1	30-06-1993
			EP 0652447 A2	10-05-1995
			ES 2144480 T3	16-06-2000
			GR 3033559 T3	29-09-2000
			NO 930843 A	07-05-1993
			RU 2107931 C1	27-03-1998
			WO 9301508 A1	21-01-1993
US 6138076	A	24-10-2000	US 6014343 A	11-01-2000
			CA 2219216 A1	30-04-1998
			FR 2755244 A1	30-04-1998
			FR 2760275 A1	04-09-1998
			GB 2320968 A ,B	08-07-1998
			NO 975004 A	04-05-1998
US 4672546	A	09-06-1987	CA 1249876 A1	07-02-1989
			EP 0181216 A2	14-05-1986
			NO 854447 A	09-05-1986
US 5930730	A	27-07-1999	US 5563949 A	08-10-1996
			AU 709621 B2	02-09-1999
			AU 7382996 A	28-04-1997
			CA 2204168 A1	10-04-1997
			CN 1166207 A	26-11-1997
			EP 0796442 A1	24-09-1997
			NO 971801 A	05-06-1997
			WO 9713166 A1	10-04-1997
			US RE38229 E1	19-08-2003
			AU 696742 B2	17-09-1998
			AU 4133396 A	03-07-1996
			CA 2179901 A1	20-06-1996
			CN 1138902 A ,B	25-12-1996
			EG 20609 A	30-09-1999
			EP 0736185 A1	09-10-1996
			NO 962731 A	11-10-1996
			RU 2144683 C1	20-01-2000
			WO 9618915 A1	20-06-1996
			US 5838564 A	17-11-1998
			RU 2187130 C2	10-08-2002
US 2002022930	A1	21-02-2002	AU 5616501 A	03-09-2001
			CA 2398854 A1	30-08-2001
			WO 0163323 A1	30-08-2001
			EP 1257850 A1	20-11-2002
			JP 2003524192 T	12-08-2003

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP 03/01753

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002022930 A1		NO 20024030 A	23-08-2002
US 6151555 A	21-11-2000	AU 3866300 A	28-09-2000
		CA 2362848 A1	14-09-2000
		EP 1198776 A1	24-04-2002
		GB 2370878 A ,B	10-07-2002
		NO 20014353 A	07-09-2001
		WO 0054207 A1	14-09-2000

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PC 03/01753

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01V1/30 G01V1/28

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01V

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 615 171 A (HILDEBRAND HAROLD A) 25 mars 1997 (1997-03-25) colonne 5, ligne 31 -colonne 11, ligne 45 figures 1-10	1-10
A	US 6 138 076 A (GRAF KERMIT E ET AL) 24 octobre 2000 (2000-10-24) colonne 5, ligne 4 -colonne 6, ligne 67 figures 19,20,23-28	1-10
A	US 4 672 546 A (FLINCHBAUGH BRUCE E) 9 juin 1987 (1987-06-09) colonne 2, ligne 33 -colonne 8, ligne 17 figures 1-10	1-10
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

7 novembre 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

13/11/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Modesto, C

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PC 03/01753

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 930 730 A (KIRLIN R LYNN ET AL) 27 juillet 1999 (1999-07-27) colonne 5 -colonne 8 figures 1-10 ---	1-10
A	US 2002/022930 A1 (DALLEY RICHARD MAPES ET AL) 21 février 2002 (2002-02-21) page 1, alinéa 16 -page 4, alinéa 59 figures 1-6 ---	1-10
A	US 6 151 555 A (PEPPER RANDOLPH E F ET AL) 21 novembre 2000 (2000-11-21) colonne 3, ligne 45 -colonne 5, ligne 38 figures 1-39 -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 03/01753

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5615171	A	25-03-1997	US 5432751 A	11-07-1995
			US 5251184 A	05-10-1993
			US 5153858 A	06-10-1992
			AT 129577 T	15-11-1995
			AT 190136 T	15-03-2000
			CA 2088501 A1	10-01-1993
			CN 1070267 A ,B	24-03-1993
			DE 69205673 D1	30-11-1995
			DE 69205673 T2	20-06-1996
			DE 69230731 D1	06-04-2000
			DE 69230731 T2	03-08-2000
			DK 548341 T3	04-12-1995
			DK 652447 T3	24-07-2000
			EP 0548341 A1	30-06-1993
			EP 0652447 A2	10-05-1995
			ES 2144480 T3	16-06-2000
			GR 3033559 T3	29-09-2000
			NO 930843 A	07-05-1993
			RU 2107931 C1	27-03-1998
			WO 9301508 A1	21-01-1993
US 6138076	A	24-10-2000	US 6014343 A	11-01-2000
			CA 2219216 A1	30-04-1998
			FR 2755244 A1	30-04-1998
			FR 2760275 A1	04-09-1998
			GB 2320968 A ,B	08-07-1998
			NO 975004 A	04-05-1998
US 4672546	A	09-06-1987	CA 1249876 A1	07-02-1989
			EP 0181216 A2	14-05-1986
			NO 854447 A	09-05-1986
US 5930730	A	27-07-1999	US 5563949 A	08-10-1996
			AU 709621 B2	02-09-1999
			AU 7382996 A	28-04-1997
			CA 2204168 A1	10-04-1997
			CN 1166207 A	26-11-1997
			EP 0796442 A1	24-09-1997
			NO 971801 A	05-06-1997
			WO 9713166 A1	10-04-1997
			US RE38229 E1	19-08-2003
			AU 696742 B2	17-09-1998
			AU 4133396 A	03-07-1996
			CA 2179901 A1	20-06-1996
			CN 1138902 A ,B	25-12-1996
			EG 20609 A	30-09-1999
			EP 0736185 A1	09-10-1996
			NO 962731 A	11-10-1996
			RU 2144683 C1	20-01-2000
			WO 9618915 A1	20-06-1996
			US 5838564 A	17-11-1998
			RU 2187130 C2	10-08-2002
US 2002022930	A1	21-02-2002	AU 5616501 A	03-09-2001
			CA 2398854 A1	30-08-2001
			WO 0163323 A1	30-08-2001
			EP 1257850 A1	20-11-2002
			JP 2003524192 T	12-08-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 03/01753

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002022930 A1		NO 20024030 A	23-08-2002
US 6151555 A	21-11-2000	AU 3866300 A	28-09-2000
		CA 2362848 A1	14-09-2000
		EP 1198776 A1	24-04-2002
		GB 2370878 A , B	10-07-2002
		NO 20014353 A	07-09-2001
		WO 0054207 A1	14-09-2000

Rec'd PCT/PTO 20 DEC 2004

Expéditeur : le BUREAU INTERNATIONAL

PCT

AVIS INFORMANT LE DÉPOSANT DE LA
COMMUNICATION DE LA DEMANDE
INTERNATIONALE AUX OFFICES DÉSIGNÉS

(règle 47.1.c), première phrase, du PCT)

Destinataire :

LAGET, Jean-Loup
Cabinet Loyer
78 avenue Raymond Poincaré
F-75116 Paris
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année)

31 décembre 2003 (31.12.2003)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire
T020575 JKLC

AVIS IMPORTANT

Demande internationale n°
PCT/FR2003/001753

Date du dépôt international (jour/mois/année)
11 juin 2003 (11.06.2003)

Date de priorité (jour/mois/année)
19 juin 2002 (19.06.2002)

Déposant

EARTH DECISION SCIENCES etc

1. Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cet avis, le Bureau international a **communiqué**, comme le prévoit l'article 20, la demande internationale aux offices désignés suivants :

AU, AZ, BY, CH, CN, CO, DE, DZ, EP, HU, JP, KG, KP, KR, MD, MK, MZ, RU, TM, US

Conformément à la règle 47.1.c), troisième phrase, ces offices acceptent le présent avis comme preuve déterminante du fait que la communication de la demande internationale a bien eu lieu à la date d'expédition indiquée plus haut, et le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale à l'office ou aux offices désignés.

2. Les offices désignés suivants ont renoncé à l'exigence selon laquelle cette communication doit être effectuée à cette date:

AE, AG, AL, AM, AP, AT, BA, BB, BG, BR, BZ, CA, CR, CU, CZ, DK, DM, EA, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, ID, IL, IN, IS, KE, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MG, MN, MW, MX, NI, NO, NZ, OA, OM, PH, PL, PT, RO, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

La communication sera effectuée seulement sur demande de ces offices. De plus, le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale aux offices en question (règle 49.1)a-bis)).

3. Le présent avis est accompagné d'une copie de la demande internationale publiée par le Bureau international le 31 décembre 2003 (31.12.2003) sous le numéro WO 2004/001450

4. **DELAIS pour la présentation d'une demande d'examen préliminaire international et pour l'ouverture de la phase nationale**

Le délai applicable pour l'ouverture de la phase nationale sera, sous réserve de ce qui est dit au paragraphe suivant, de **30 MOIS** à compter de la date de priorité, non seulement en ce qui concerne tout office élu lorsqu'une demande d'examen préliminaire international aura été présentée avant l'expiration du délai de **19 mois** à compter de la date de priorité (voir l'article 39.1)), mais également en ce qui concerne tout office désigné, en l'absence de présentation d'une telle demande d'examen, lorsque l'article 22.1) tel que modifié avec effet au 1^{er} avril 2002 sera applicable audit office désigné. Pour plus de renseignements, voir la *Gazette du PCT* no 44/2001 du 1^{er} novembre 2001, pages 19927, 19933 et 19935, ainsi que le bulletin *PCT Newsletter*, numéros d'octobre et de novembre 2001 et de février 2002.

En pratique, **des délais autres que celui de 30 mois** vont continuer de s'appliquer, pour des durées variables, en ce qui concerne certains offices désignés et élus. Pour des mises à jour régulières quant aux **délais applicables** (20, 21, 30 ou 31 mois ou autre délai), office par office, on se reportera à la *Gazette du PCT*, au bulletin *PCT Newsletter* ainsi qu'aux chapitres nationaux pertinents dans le volume II du *Guide du déposant du PCT*, accessibles sur le site Internet de l'OMPI, par l'intermédiaire de liens à partir de diverses pages du site, y compris celles de la *Gazette*, de la *Newsletter* et du *Guide*, à l'adresse suivante : <http://www.wipo.int/pct/fr/index.html>.

Quant à la présentation d'une **demande d'examen préliminaire international**, voir le *Guide du déposant du PCT*, volume I/A, chapitre IX. Seul un déposant qui est ressortissant d'un État contractant du PCT lié par le chapitre II ou qui y a son domicile peut présenter une demande d'examen préliminaire international (actuellement, tous les États contractants du PCT sont liés par le chapitre II).

Le déposant est **seul responsable** du respect de tous les délais visés ci-dessus.

Bureau international de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse

n° de télécopieur(41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé

Gijsbertus Beijer - Carlos Roy

n° de téléphone(41-22) 338.91.11

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

Rec'd PCT/PTO 20 DEC 2004 PCT/FB03/01753

PCT

NOTIFICATION DE L'ENREGISTREMENT D'UN CHANGEMENT

(règle 92bis.1 et
instruction administrative 422 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

LAGET, Jean-Loup
Cabinet Loyer
78 avenue Raymond Poincaré
F-75116 Paris
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année) 28 novembre 2003 (28.11.03)	NOTIFICATION IMPORTANTE
Référence du dossier du déposant ou du mandataire T020575 JKLC	
Demande internationale no PCT/FR03/01753	Date du dépôt international (jour/mois/année) 11 juin 2003 (11.06.03)

1. Les renseignements suivants étaient enregistrés en ce qui concerne:									
<input checked="" type="checkbox"/> le déposant	<input checked="" type="checkbox"/> l'inventeur <input type="checkbox"/> le mandataire <input type="checkbox"/> le représentant commun								
Nom et adresse BOSQUET, Fabien 12823 Ashford Pine Houston, TX 77082 ETATS-UNIS D'AMERIQUE	<table border="1"> <tr> <td>Nationalité (nom de l'Etat) FR</td> <td>Domicile (nom de l'Etat) US</td> </tr> <tr> <td colspan="2">no de téléphone</td> </tr> <tr> <td colspan="2">no de télécopieur</td> </tr> <tr> <td colspan="2">no de téléimprimeur</td> </tr> </table>	Nationalité (nom de l'Etat) FR	Domicile (nom de l'Etat) US	no de téléphone		no de télécopieur		no de téléimprimeur	
Nationalité (nom de l'Etat) FR	Domicile (nom de l'Etat) US								
no de téléphone									
no de télécopieur									
no de téléimprimeur									
2. Le Bureau international notifie au déposant que le changement indiqué ci-après a été enregistré en ce qui concerne:									
<input type="checkbox"/> la personne <input type="checkbox"/> le nom <input type="checkbox"/> l'adresse <input type="checkbox"/> la nationalité <input type="checkbox"/> le domicile									
Nom et adresse BOSQUET, Fabien 33, rue de la Ravinelle F-54000 NANCY FRANCE	<table border="1"> <tr> <td>Nationalité (nom de l'Etat) FR</td> <td>Domicile (nom de l'Etat) FR</td> </tr> <tr> <td colspan="2">no de téléphone</td> </tr> <tr> <td colspan="2">no de télécopieur</td> </tr> <tr> <td colspan="2">no de téléimprimeur</td> </tr> </table>	Nationalité (nom de l'Etat) FR	Domicile (nom de l'Etat) FR	no de téléphone		no de télécopieur		no de téléimprimeur	
Nationalité (nom de l'Etat) FR	Domicile (nom de l'Etat) FR								
no de téléphone									
no de télécopieur									
no de téléimprimeur									
3. Observations complémentaires, le cas échéant:									
4. Une copie de cette notification a été envoyée:									
<input checked="" type="checkbox"/> à l'office récepteur	<input type="checkbox"/> aux offices désignés concernés								
<input type="checkbox"/> à l'administration chargée de la recherche internationale	<input type="checkbox"/> aux offices élus concernés								
<input type="checkbox"/> à l'administration chargée de l'examen préliminaire international	<input type="checkbox"/> autre destinataire:								

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse no de télécopieur: (41-22) 338.71.40	Fonctionnaire autorisé: Kiwa MPAY no de téléphone: (41-22) 338 9087
--	---

PATENT COOPERATION TREATY



Translation

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference T020575 JKLC	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR2003/001753	International filing date (<i>day/month/year</i>) 11 juin 2003 (11.06.2003)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 19 juin 2002 (19.06.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01V 1/30, 1/28		
Applicant EARTH DECISION SCIENCES		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 24 novembre 2003 (24.11.2003)	Date of completion of this report 23 March 2004 (23.03.2004)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR2003/001753

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☒ the description:
 pages _____ 1-10 _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
 pages _____ 1-10 _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
 pages _____ 1/4-4/4 _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/IR 03/01753

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations**1. Reference is made to the following documents:**

D1: US-A-5 615 171

D2: US-A-6 138 076

D3: US-A-4 672 546

D4: US-A-5 930 730

1.2 D5 (EP 0447249) was not cited in the international search report. A copy of said document is attached.

2. Claim 1 discloses a method for extracting a geological horizon; whereas claims 7, 9 and 10 disclose, respectively, a device and program products for performing the steps of said method of claim 1.



3. D1, which is considered to be the prior art closest to the subject matter of claim 1, describes a method for extracting seismic horizons that uses a seed point in a seismic trace and subsequently performs a comparison or a discrete analysis of the correlation between the adjacent traces to establish geological horizons.

4. With regard to the closest prior art, the subject matter of claim 1 differs from D1 in that a continuous function is constructed by interpolating or approximating discrete seismic traces and an optimum offset value, which is not necessarily an integer multiple of the vertical sampling pitch, is used. The seismic traces are compared by determining the optimum offset value associated with correlations greater than a predetermined threshold. The subject matter of claim 1 is therefore novel (PCT Article 33(2)).
5. The problem that the present invention is intended to solve can be considered to be that of reducing or eliminating the aliasing effect.
 - 5.1 The solution proposed in claim 1 of the present application is considered inventive (PCT Article 33(3)), because the combination of the features set forth in claim 1 is not a routine technical measure for a person skilled in the art and none of documents D2 to D5 suggests the solution proposed in the present application.
6. Claims 2 to 6 and 8 are dependent, respectively, on claims 1 and 7 and describe several ways and options available for implementing the invention according to claim 1. Said dependent claims therefore also comply, as such, with the PCT requirements of novelty and inventive step.
7. The industrial applicability of the method and the device described in claims 1 and 7 is obvious.

PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL
(article 36 et règle 70 du PCT)

RECEIVED	
22 MAR 2004	
WIPO	PCT

Référence du dossier du déposant ou du mandataire	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale No. PCT/FR 03/01753	Date du dépôt international (jour/mois/année) 11.06.2003	Date de priorité (jour/mois/année) 19.06.2002
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB G01V1/30		
Déposant EARTH DECISION SCIENCES		
<p>1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.</p> <p>2. Ce RAPPORT comprend 5 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.</p> <p><input type="checkbox"/> Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).</p> <p>Ces annexes comprennent feuilles.</p> <p>3. Le présent rapport contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> I <input checked="" type="checkbox"/> Base de l'opinion II <input type="checkbox"/> Priorité III <input type="checkbox"/> Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle IV <input type="checkbox"/> Absence d'unité de l'invention V <input checked="" type="checkbox"/> Déclaration motivée selon la règle 66.2(a)(ii) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration VI <input type="checkbox"/> Certains documents cités VII <input type="checkbox"/> Irrégularités dans la demande internationale VIII <input type="checkbox"/> Observations relatives à la demande internationale 		
Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 24.11.2003	Date d'achèvement du présent rapport 23.03.2004	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international  Office européen des brevets - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tél. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Fonctionnaire autorisé Modesto, C N° de téléphone +31 70 340-1055 	

PCT/FR 03/01753

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n°

PCT/FR 03/01753

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport.)

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui:	Revendications	1-10
	Non:	Revendications	
Activité inventive	Oui:	Revendications	1-10
	Non:	Revendications	
Possibilité d'application industrielle	Oui:	Revendications	1-10
	Non:	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Concernant le point V

Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration.

1 Il est fait référence aux documents suivants:

D1: US-A-5 615 171

D2: US-A-6 138 076

D3: US-A-4 672 546

D4: US-A-5 930 730

1.2 Le document D5: EP 0447249 n'a pas été cité dans le rapport de recherche international. Une copie de ce document est jointe en annexe.

2 La revendication 1 dévoile un procédé pour extraire un horizon géologique, les revendications 7, 9 et 10 dévoilant respectivement un dispositif et des produits-programmes pour exécuter les étapes du dit procédé de la revendication 1.

3 Le document D1, qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, décrit un procédé pour extraire des horizons sismiques lequel utilise un point grain dans une trace sismique et après exécute une comparaison ou une étude discrète de la corrélation entre des traces sismiques voisines pour établir des horizons géologiques.

4 Vis a vis de l'état de la technique le plus proche, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 en ce que: une fonction continue est construite par interpolation ou approximation des traces sismiques discrètes et une valeur de décalage optimal qui n'est pas contrainte à être un multiple entier du pas d'échantillonnage vertical est utilisée. La comparaison entre des traces sismiques est réalisé en déterminant trouvant la valeur de décalage optimum associée à des corrélations supérieures à un seuil prédéterminé. L'objet de la revendication 1 est donc nouveau (article 33(2) PCT).

5 Le problème que se propose de résoudre la présente demande peut donc être

considéré comme étant la réduction ou l'élimination de l'effet "d'aliasing".

- 5.1 La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande est considérée comme inventive (article 33(3) PCT) parce que l'ensemble des caractéristiques exposées dans la revendication 1 ne relève pas d'une démarche technique normale pour la personne du métier et, aucun des documents (D2 - D5) suggère la solution présentée par la présente demande.
- 6 Les revendications 2-6 et 8 dépendantes respectivement des revendications 1 et 7 décrivent plusieurs manières et options pour réaliser l'invention selon la revendication 1 et satisfont donc également, en tant que telles, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.
- 7 L'application industrielle du procédé et du dispositif décrite dans les revendications 1 et 7 est considérée évidente.